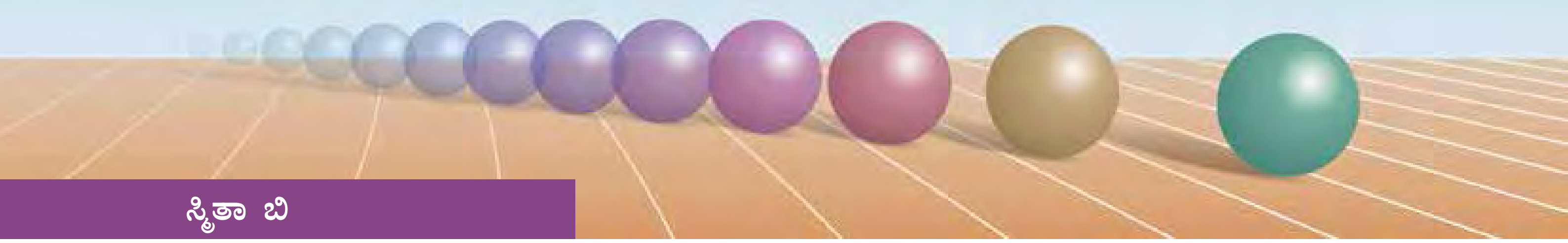
# ವಸ್ತುಗಳು ಏಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ?

## ಚಲನೆಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಅಂತರ ವಿದ್ಯಾವಿಷಯ ಮಾರ್ಗಗಳು



ಸ್ಮಿತಾ ಬಿ

**ಚಲನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಮನುಷ್ಯನ ಬಹುಮಟ್ಟಿನ ತಿಳುವಳಿಕೆ ತೀರಾ ಇತ್ತೀಚಿನದು – ಅದು ಭೂಮಿಯ ಚಲನೆ ಆಗಿರಬಹುದು, ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ವಿಸ್ತರಣೆ ಆಗಿರಬಹುದು, ಅಣುಗಳ ನಿರಂತರ ಚಲನೆ ಆಗಿರಬಹುದು ಅಥವಾ ಜೀವಜಗತ್ತಿನ ಚಲನೆಯ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನ ಆಗಿರಬಹುದು. ಚಲನೆ ಎಂಬ ವಿದ್ಯಮಾನವನ್ನು ಸಮಗ್ರವಾಗಿ ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಲು ವಿವಿಧ ವಿದ್ಯಾವಿಷಯಗಳ ಮೂಲಕ ದೊರೆಯುವ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಒಟ್ಟಾಗಿ ನೋಡುವುದು ಅಗತ್ಯ. ಈ ಲೇಖನವು ಚಲನೆಯ ಸಂದರ್ಭವನ್ನು ವಿವಿಧ ವಿದ್ಯಾವಿಷಯಗಳ ಮೂಲಕ ನೋಡಿ ಅವೆಲ್ಲ ಒಟ್ಟುಗೂಡಿದ ಒಂದು ವಿಷಯವಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವಂತೆ ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.**

*"ಜಗತ್ತು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿದೆ."*
*– ವಿ.ಎಸ್. ನ್ಯಾಪೌಲ್*[1]

ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಉಲ್ಕೆಯೊಂದು ಉರಿಯುತ್ತಾ ಓಡಿದ್ದನ್ನು ನೋಡಿದ ನೆನಪಿದೆಯೇ ನಿಮಗೆ? ಪುಟ್ಟ ಹುಡುಗಿಯಾಗಿದ್ದಾಗ, ಹೀಗೆ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಮಿಂಚಿ ಮರೆಯಾದ ಅದರ ಚಂದವನ್ನು ಬೆರಗುಗಣ್ಣಿನಿಂದ ನೋಡಿದ್ದು ನನಗೆ ಇನ್ನೂ ಚೆನ್ನಾಗಿ ನೆನಪಿದೆ. ಕಣ್ಣು ಮಿಟುಕಿಸುವುದರೊಳಗೆ ಅದು ಕಂಡೂ ಕಾಣದಂತಾಗಿದ್ದು, ನನ್ನ ಮನಸ್ಸಿನ ಭ್ರಮೆಯೇನೋ ಅನಿಸಿತ್ತು!

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಇಂತಹ ಅನೇಕ ಚಲನೆಗಳು ನಮ್ಮನ್ನು ಮಂತ್ರಮುಗ್ಧಗೊಳಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ತೆವಳುತ್ತಾ, ಸರಸರನೆ ಸರಿದು ಹೋಗುವ ಹಾವು, ದಡಕ್ಕಪ್ಪಳಿಸುವ ತೆರೆಗಳು, ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಮುದುರಿಕೊಳ್ಳುವ ನಾಚಿಕೆಮುಳ್ಳಿನ ಗಿಡದ ಎಲೆಗಳು – ಚಲನೆ ಎಂಬುದು ಯಾವಾಗಲೂ ನಮ್ಮನ್ನು ಬೆರಗುಗೊಳಿಸುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ.

ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿವೆ ಎಂದು ನಾವಂದುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಯಗಳಲ್ಲೂ ಚಲನೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಬೇರು ಬಿಟ್ಟು ಒಂದೆಡೆ ನೆಲೆನಿಂತ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲೂ ಗಣನೀಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಚಲನೆ ನಡೆಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ; ಆದರೆ ಇದು ಎಷ್ಟು ನಿಧಾನಗತಿಯಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆಯೆಂದರೆ ಅದನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ನಮಗೆ ವಾರಗಳು, ತಿಂಗಳುಗಳು ಅಥವ ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ವರ್ಷಗಳೇ ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ. ನಾವು ವಾಸಿಸುತ್ತಿರುವ ಗ್ರಹದ ಮೇಲಿರುವ ಪರ್ವತಗಳು ಮತ್ತು ಹಿಮನದಿಗಳಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಚಲನೆಯನ್ನು ನಾವು ನೂರಾರು ವರ್ಷಗಳ ಲೆಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಅಳೆಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಬೀಸುಗಾಳಿ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ನಮ್ಮ ಸುತ್ತ ನಿಶ್ಶಬ್ದವಾಗಿ ಇರುವ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಚಲನೆ ಇದೆ. ಕತ್ತಲೆ ಕೋಣೆಯೊಳಗೆ ಒಂದು ಬಿಸಿಲ ಕೋಲು ಹೊಕ್ಕು, ಕೋಣೆಯ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ನರ್ತಿಸುತ್ತಿರುವ ಧೂಳಿನ ಕಣಗಳನ್ನು ಬೆಳಗಿಸಿ ತೋರಿಸಿದಾಗ, ಅಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಚಲನೆಗೆ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣರಳುತ್ತದೆ. ಸ್ವತಃ ಬೆಳಕೇ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣು ಹಿಡಿದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವ ಮೊದಲೇ ಮಿಂಚಿ ಮರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಚಲನೆ ಎನ್ನುವುದು ಒಂದು ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ವಿದ್ಯಮಾನವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅದನ್ನು ನಮ್ಮ ಶಾಲಾ ಪಠ್ಯಕ್ರಮದ ಹಲವು ವಿಷಯ ಶಾಖೆಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಚಯಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮಾಧ್ಯಮಿಕ ಶಾಲಾ

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೊಡನೆ ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ವಿಸ್ತಾರವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ನೋಡುವುದು ಒಂದು ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ಮತ್ತು ಶ್ರೀಮಂತ ಕಲಿಕಾ ಅನುಭವ ಆಗಬಲ್ಲುದು. ಮಕ್ಕಳು ಯಾವಾಗಲೂ ಓಡಾಡುತ್ತಲೇ ಇರಲು ಇಷ್ಟಪಡುತ್ತಾರೆ. ಅವರ ಈ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಅದುಮಿಡುವುದು ಕಷ್ಟ. ಎಲ್ಲ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಸುಮ್ಮನೆ ಒಂದೆಡೆ ಕುಳಿತುಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುವ ಯಾರಾದರೂ ಶಿಕ್ಷಕರನ್ನು ಕೇಳಿ ನೋಡಿ! ಓಡಾಡುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುತ್ತಲೇ ಇರುವುದು ಕೂಡ ಅವರ ಪ್ರವೃತ್ತಿ. ಅವರ ಈ ಎರಡು ಪ್ರವೃತ್ತಿಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು, ಚಲನೆಯ ಪಾಠವನ್ನು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ಮಾಡಬಹುದು.

ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರದ ಕೆಲವು ಪುಸ್ತಕಗಳು ಚಲನೆಯನ್ನು 'ಜೀವಿಗಳ ಒಂದು ಗುಣಲಕ್ಷಣ' ಎಂದು ಗುರುತಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಭೂಗೋಳ, ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಕಾರ, ಸಾಗರಗಳು, ನಕ್ಷತ್ರಮಂಡಲಗಳು, ಮತ್ತು ಅಣುಗಳು ಕೂಡ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ! ಹಾಗಾದರೆ ಚಲನೆ ಎಂಬುದು ಜೀವಿಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣ ಮಾತ್ರ ಆಗಿರಲು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯ? ನಿಜಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಈ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ **ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿರುವುದೇನಾದರೂ** ಇದೆಯೇ? ಈ ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಶಕ್ತಿ ಏನು? ಅಂತರ ವಿದ್ಯಾವಿಷಯ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಚರ್ಚಿಸುವಾಗ ಈ ರೀತಿಯ ಸಾಮಾನ್ಯ ಎಳೆ ಇರುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಅವರ ಮುಂದಿಟ್ಟು ವಿಷಯದ ಬಗ್ಗೆ ಅವರ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೆರಳಿಸಬಹುದು.[2]

## ಚಲನೆ ಎಂದರೆ ಏನು?

*"ಕಾಲ, ಅವಕಾಶ, ಸ್ಥಾನ ಮತ್ತು ಚಲನೆ (Time, Space, Place, and Motion) ಯನ್ನು ನಾನು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಗೊತ್ತಿರುವ ವಿಷಯ ಎಂಬಂತೆ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಜನಸಾಮಾನ್ಯರು ಅದನ್ನು ತಮ್ಮ ಇಂದ್ರಿಯಾನುಭವಗಳಿಗಷ್ಟೆ ಸೀಮಿತಗೊಳಿಸುವುದರಿಂದ ಕೆಲವೊಂದು ಪೂರ್ವಗ್ರಹಗಳು ಹುಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ..."*
– ಸರ್ ಐಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್[3].

ಅಂತರ ವಿದ್ಯಾವಿಷಯ ಪಠ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ರೂಪಿಸುವ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಎದುರಾಗುವ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸವಾಲು ಎಂದರೆ, ಒಂದೇ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಜ್ಞಾನಶಾಖೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಪರಿಭಾಷಿಕ ಪದಗಳನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದು[4]. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಚಲನೆಗೆ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ movement ಮತ್ತು motion ಎಂಬ ಎರಡು ಪದಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಇವೆರಡಕ್ಕೆ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಏನು? ಕ್ರಮಣ (locomotion) ಮತ್ತು ಪಲ್ಲಟನ (displacement)ದ ನಡುವೆ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಏನು?

ಹಾಗೆಯೇ ಒಂದು ಜ್ಞಾನಶಾಖೆಗೆ ಸೀಮಿತವಾಗಿ ಬಳಸುವ ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಪದಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದು ಕೂಡ ಅಗತ್ಯ. ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಬಳಕೆಯಾಗುವ ಅಂತಹ ಕೆಲವು ಪದಗಳೆಂದರೆ: ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ, ವೇಗ (velocity) ಚಲನೆ (movement); ಭೂಗೋಳದಲ್ಲಿ ಬರುವ, ಪರಿಭ್ರಮಣ (rotation), ಆವರ್ತನ (revolution) ಎಂಬ ಪದಗಳು; ಜೀವವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪವಾಗುವ ಮೂಳೆ, ಮೃದ್ವಸ್ಥಿ, ಸ್ನಾಯು ಮತ್ತು ಕೀಲು ಎಂಬ ಪದಗಳು. ಹೀಗೆ, ಒಂದು ಪದವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪಠ್ಯವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅರ್ಥ ಹೊಂದಿದೆಯೇ ಎಂದು ಕೂಡ ನಾವು ನೋಡಬೇಕು.

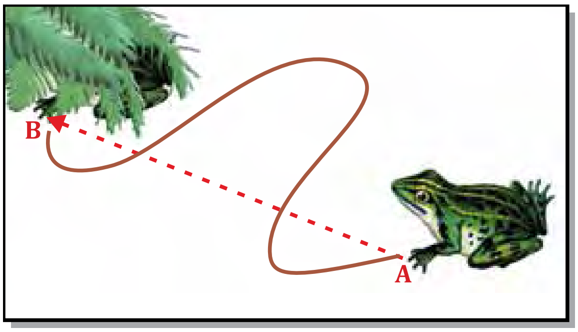
ಹಾಗಾದರೆ, movement ಮತ್ತು motion ಎಂಬ ಎರಡು ಪದಗಳ ಅರ್ಥದಲ್ಲಿ ಏನಾದರೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಇದೆಯೇ? ಹಾಗೇನಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಒಂದೊಂದು ಜ್ಞಾನಶಾಖೆಯಲ್ಲಿ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಪದವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನಮ್ಮ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಪಠ್ಯಗಳಲ್ಲಿ movement ಎನ್ನುವ ಬದಲು motion ಎನ್ನುವ ಪದವನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ. Movement ಮತ್ತು motion ಎರಡೂ ಪದಗಳು ಕಾಲಾನುಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಾಯವು ಒಳಪಡುವ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ.

ಹಿಮಾಲಯ ಪರ್ವತ ಶ್ರೇಣಿಗಳ ಹೊರಚಿಪ್ಪಿನ ಪದರಗಳು (tectonic plates) ಮಧ್ಯ ಏಷ್ಯಾ ಕಡೆಗೆ ಪ್ರತಿವರ್ಷ ಎರಡು ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನಷ್ಟು ಜರುಗಿರುತ್ತವೆ.[5]

ಕ್ರಮಣ (locomotion) ಮತ್ತು ಪಲ್ಲಟನ (displacement) ಎಂದರೆ ಕೂಡ ಚಲನೆ ಎಂಬ ಅರ್ಥವೇ ಅಲ್ಲವೇ? ಇಲ್ಲ, ಏಕೆಂದರೆ ಮೊದಲ ಎರಡು ಪದಗಳಿಗೆ ಕೇವಲ 'ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟ' ಎಂಬುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸ್ಪಷ್ಟ ಅರ್ಥವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ.

ಜೀವವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ, ಕ್ರಮಣ (locomotion) ಎಂದರೆ ಒಂದು ಜೀವಿಯ ದೇಹವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ

ಒಂದು ಹೊಸ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಸ್ಥಳಾಂತರಗೊಳ್ಳುವುದು. ಹಾಗಾಗಿ ಜೀವಿಯೊಂದರ ಎಲ್ಲ ಚಲನೆಯನ್ನು ಕ್ರಮಣ ಎನ್ನಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನೀವು ಕುಳಿತಿರುವಲ್ಲಿಯೇ ನಿಮ್ಮ ಕೈಯನ್ನು ಅಲುಗಾಡಿಸಿದರೆ ಅದು ಕ್ರಮಣ ಅಲ್ಲ – ಇಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ಕೈ ಚಲಿಸಿದೆ ಅಷ್ಟೆ, ಆದರೆ ನಿಮ್ಮ ದೇಹವು ಸ್ಥಾನಾಂತರಗೊಂಡಿಲ್ಲ.




ತೆರೆದ ಸ್ಥಾನ A ಯಿಂದ, ಗಿಡಗಳಿಂದ ಆವೃತವಾಗಿರುವ ಸ್ಥಾನ B ಗೆ ಸ್ಥಾನಾಂತರಗೊಂಡ ಕಪ್ಪೆಯ ಈ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಅದರ ಕ್ರಮಣವನ್ನು ದಟ್ಟ ಕಂದು ಬಣ್ಣದ ತಿರುವಿನಾಕಾರದ ಪಥದ ಮೂಲಕ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಅದರ ಪಲ್ಲಟದ ಪ್ರಮಾಣ ಕಡಿಮೆ. ಇದನ್ನು A ಯಿಂದ B ಗೆ ಚುಕ್ಕೆಸಾಲಿನ ಬಾಣದ ಗುರುತಿನ ಮೂಲಕ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. A ಯಿಂದ B ಗೆ ಕ್ರಮಿಸುವಾಗ ಕಪ್ಪೆಯು ಸ್ಥಾನಾಂತರಗೊಂಡಿದೆ. B ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಕುಳಿತುಕೊಂಡಿರುವ ಕಪ್ಪೆಯು ಕಣ್ಣು ಮಿಟುಕಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಿ; ಆದರೆ ಕಣ್ಣಿನ ಈ ಚಲನೆಯು ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಅಥವ ಸ್ಥಾನ ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟ ಎಂಬ ಪದವು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಪದ. ಅದು ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಮೊದಲ ಮತ್ತು ಕೊನೆಯ ಸ್ಥಾನದ ನಡುವಿನ ಅತ್ಯಂತ ಕನಿಷ್ಟ ಅಂತರವನ್ನು ಮತ್ತು ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಹಿಂದೆ ಕೊಟ್ಟ ಕೈಯ ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ, ಕೈಯು ದೇಹದ ಬಲಭಾಗಕ್ಕೆ 10 ಸೆಂ.ಮೀನಷ್ಟು ಚಲಿಸಿದ್ದರೆ, ಅದರ ಪಲ್ಲಟಣ ಪ್ರಮಾಣವು ಬಲಕ್ಕೆ 10 ಸೆಂ.ಮೀ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

## ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಚಲನೆಗಳು

ಪ್ರೌಢ ಶಾಲಾ ಹಂತದಲ್ಲಿ 'ಚಲನೆ'ಯ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಪರಿಚಯಿಸಲು ಬಳಸಬಹುದಾದ ಒಂದು ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಮಾರ್ಗವೆಂದರೆ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಬಳಿ ಚಲನೆಯ ಕುರಿತಂತೆ ಅವರು ವೈಯಕ್ತಿಕವಾಗಿ ಗಮನಿಸಿದ ಅಂಶಗಳ ಕುರಿತು ಚರ್ಚಿಸುವುದು. ವಿದಾರ್ಥಿಗಳ ಬಳಿ, ಅವರ ಸುತ್ತ ನಡೆಯುವ ವಿವಿಧ ಚಲನೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ, ಪಟ್ಟಿಮಾಡಲು ಹೇಳಿ. ಎಲ್ಲಾ ರೀತಿಯ ಚಲನೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸುವಂತೆ ಅವರಿಗೆ ಒತ್ತಿಹೇಳಿ – ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಚಲನೆ, ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳು, ಸ್ವಯಂಚಾಲಿತ ಯಂತ್ರಗಳ ಚಲನೆ, ನೀರಿನ ಚಲನೆ, ಇತ್ಯಾದಿ.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದ ಮೇಲೆ, ಅವರು ಗಮನಿಸಿದ ಚಲನೆಯ ರೀತಿಗಳನ್ನು ತರಗತಿಯೆದುರು ಅನುಕರಣೆ ಮಾಡಿ ತೋರಿಸಲು ಹೇಳಿ. ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ಕಲಿಸಲು 'ಮಾಡಿ ಕಲಿ' (Kinesthetic learning) ಕಲಿಕಾ ವಿಧಾನವನ್ನು ಆಗಾಗ್ಗೆ ಬಳಸಬಹುದು. ಸುಸಾನ್ ಗ್ರಿಸ್ ಹೇಳುವಂತೆ, "ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಅವರು ಕುಳಿತುಕೊಂಡಿರುವ ಕುರ್ಚಿಯಿಂದ ಎದ್ದು ಓಡಾಡುವಂತೆ ಮಾಡುವುದೊಂದರಿಂದಲೆ, 'ನನಗೆ ಇಲ್ಲಿರಲು ಇಷ್ಟವೇ ಇಲ್ಲ' ಎಂಬ ಕಲಿಕೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ಅವರ ಧೋರಣೆಯಿಂದ ಅವರನ್ನು ಪಾರುಮಾಡಬಹುದು." ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಕಡೆ ಕೂರಿಸಿ, ಅವರಿಗೆ ಚಲನೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಪಾಠ ಮಾಡುವುದು ಅಪರಾಧವೇ ಸರಿ.[6]

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಗಮನಿಸಿದ ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಚಲನೆಗಳನ್ನು, ಚಲನೆಯ ರೀತಿಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ವರ್ಗೀಕರಿಸಲು ಅವರನ್ನು ಹುರಿದುಂಬಿಸಿದರೆ, ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯು ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮ ಸುತ್ತ ಜರುಗುವ ವಿವಿಧ ಚಲನೆಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಜ್ಞಾನಶಾಖೆಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸುತ್ತವೆ.

ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಯನ್ನು ಕೇಳಿದರೆ, ಅವರು ಸ್ಥಳಾಂತರ (translational), ಆವರ್ತಕ (periodic), ಸಂಗತ (harmonic), ಕ್ರಮಾವರ್ತನ (rotational), ಇತ್ಯಾದಿ ಪದಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಿಯು, ಅಂತರೊತ್ತಡ (nastic) ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯ ಒತ್ತಡ (tropic) ಎಂಬ ಪದಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ ಮತ್ತು ತೆವಳು (crawl), ಹತ್ತು (climb), ಕುಪ್ಪಳಸು (hop), ಜಾರು (glide), ಹಾರಾಡು (hover), ಏರಿಳಿ (undulate), ಇತ್ಯಾದಿ ಪದಗಳಿಂದ ನಿಮ್ಮನ್ನು ಮುಳುಗಿಸಿಬಿಡುತ್ತಾರೆ. ಭೂ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಪರಿಭ್ರಮಣ (rotations), ಆವರ್ತನ (revolutions), ತೆರೆಗಳು (waves), ಉಬ್ಬರವಿಳಿತ (tides), ಪ್ರವಾಹ (currents), ಇತ್ಯಾದಿ ಪದಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಂಪನ (vibrations),

ಬ್ರೌನನ ಚಲನೆ (Brownian Motion), ಇತ್ಯಾದಿ ಪದಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗಿರುವಾಗ ನೀವು ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಪದ ವೈವಿಧ್ಯಗಳ ಈ ಸಾಗರದಲ್ಲಿ ಈಜುವುದು ಹೇಗೆ?

ಚಿಂತಿಸಬೇಡಿ. ಒಮ್ಮೆ ದೀರ್ಘವಾಗಿ ಉಸಿರೆಳೆದುಕೊಂಡು ಬಿಡಿ ಮತ್ತು ಈ ಎಲ್ಲಾ ಪದ ವರ್ಗಗಳು ನಮ್ಮ ಅನುಕೂಲಕ್ಕೆ ಇರುವುದು ಎಂಬುದನ್ನು ನೆನಪು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಿ. ನಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಅನುಕೂಲಕ್ಕಾಗಿ ಈ ಪದವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಕಸರತ್ತಿನಲ್ಲಿ ನಾವು ಅಗತ್ಯವಿರುವಷ್ಟು ಪಟ್ಟುಗಳನ್ನು ಹಾಕಿದರೆ ಸಾಕು.

ಚಲನೆಯ ಮೂಲಭೂತ ವಿಧಗಳನ್ನು ಯಂತ್ರವಿಜ್ಞಾನ (Mechanics) ವು ಹೇಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಮೊದಲಿಗೆ ನೋಡೋಣ. ನಿಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ ಯಂತ್ರವಿಜ್ಞಾನ ಎಂಬುದು ಬಲ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು, ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಗೂ ಕಾಯಗಳ ಚಲನೆಗಳಿಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕುರಿತ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಆನ್ವಯಿಕ ಶಾಖೆ. ಯಂತ್ರವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಕಾರ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ವಿಧಗಳಿವೆ.

ಚಲನೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾದರೆ ಅದನ್ನು ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಚಲನೆ (translational motion) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಎಂದರೆ ಇದಲ್ಲದೆ ಬೇರೆ ತೆರನಾದ ಚಲನೆ ಇದೆಯೇ ಎಂದು ನೀವು ಕೇಳಬಹುದು. ಹೌದು, ಖಂಡಿತಾ ಇರುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಒಂದು ರೈಲು ಗಾಡಿಯು ಬೆಂಗಳೂರಿನಿಂದ ಹೊರಟು ದಿಲ್ಲಿ ತಲುಪಿ ಮತ್ತೆ ಬೆಂಗಳೂರಿಗೆ ಬಂದರೆ ಅದು ಸಾಕಷ್ಟು ಚಲಿಸಿರುತ್ತದೆ, ನಿಜ. ಆದರೆ ಅದರ ನಿವ್ವಳ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಬದಲಾವಣೆ ಆಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗೆಯೇ ಎರಡು ಸ್ಥಾನಗಳ ನಡುವೆ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಲೇ ಇರುವ ವಸ್ತುವು ತೋರ್ಪಡಿಸುವ ಚಲನೆಯನ್ನು ನಾವು ಆಂದೋಲನ (oscillatory motion) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಒಂದು ವಸ್ತುವು ಎಲ್ಲೂ ಚಲಿಸದೆ ತನ್ನ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲೆ ತಿರುಗುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅದನ್ನು ಪರಿಭ್ರಮಣ ಚಲನೆ (rotational motion) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಕೊನೆಯದಾಗಿ, ಯಾವ ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆಯನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಊಹಿಸಿ ಹೇಳಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲವೋ ಅಂತಹ ಚಲನೆಯನ್ನು ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ಚಲನೆ (random motion) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಗಿಡದ ತುದಿಯಿಂದ ನೆಲದೆಡೆಗೆ ತೆವಳಿಕೊಂಡು ಬರುವ ಕಂಬಳಿಹುಳವು ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಚಲನೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ. ಗಡಿಯಾರದ ಲೋಲಕವು ಆಂದೋಲನಕ್ಕೆ ಉದಾಹರಣೆ. ಸಿ ಡಿ ಪ್ಲೇಯರ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಸಿ ಡಿಯು ಪರಿಭ್ರಮಣ ಚಲನೆಗೆ ಒಳಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಅನಿಲದಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಊಹಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ, ಹಾಗಾಗಿ ಅದು ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ಚಲನೆ.

## ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಚಲನೆಗಳು

*"ಹಾರಾಡುವ ಕೀಟಗಳು, ಹಕ್ಕಿಗಳು ತಮ್ಮ ರೆಕ್ಕೆಗಳನ್ನು ಮೇಲೆ ಕೆಳಗೆ ಆಡಿಸುತ್ತವೆ, ಈಜಾಡುವ ಮೀನುಗಳು ತಮ್ಮ ಬಾಲವನ್ನು ಆ ಪಕ್ಕದಿಂದ ಈ ಪಕ್ಕಕ್ಕೆ ಹೊಡೆಯುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಓಡುವ ಸಸ್ತನಿಗಳು ತಮ್ಮ ಕಾಲುಗಳನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಆಡಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲೂ ಒಂದು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯುಳ್ಳ ಕಾಯವು ತನಗೆ ಪ್ರತಿರೋಧ ಒಡ್ಡುತ್ತಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮವೊಂದರಲ್ಲಿ (ನೀರು ಅಥವಾ ಗಾಳಿ) ಒಂದು ನಿಯತಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ."*

– ಆರ್. ಮೆಕ್‌ನೀಲ್ ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡರ್[7]

ಇಲ್ಲಿ ತನಕ ನಾವು ನಾಲ್ಕು ಬಗೆಯ ಚಲನೆಗಳನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಿದೆವು. ನಮ್ಮ ತರಗತಿಯ ಆವಶ್ಯಕತೆಗೆ ಇಷ್ಟು ಸಾಕಲ್ಲವೇ? ಒಂದು ನಿಮಿಷ ತಾಳಿ: 'ಕಾಂಗರೂ ಜಿಗಿಯುತ್ತದೆ,' 'ಕುದುರೆಗಳು ನೆಗೆಯುತ್ತವೆ' ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೂ, 'ಕಾಂಗರೂ ಮತ್ತು ಕುದುರೆಗಳು ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಚಲನೆಗೆ ಒಳಪಡುತ್ತವೆ' ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೂ ನಡುವಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಗಮನಿಸಿ! ಬಹುತೇಕ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಚಲನೆಯೂ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಚಲನೆಯೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ ಆದರೆ ನಾವು ಚಲನೆಯನ್ನು ಇನ್ನೂ ನಿಖರವಾಗಿ ವಿವರಿಸಬೇಕಾದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪದಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತೇವೆ.

ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಚಲನೆಯ ವಿಧಗಳನ್ನು ಅದು ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ನಡೆಯುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದರ ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಬಹುದು. ನೀರಿನ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಎಲ್ಲ ಚಲನೆಯನ್ನು **ಈಜು** ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ; ಇದನ್ನು ಇನ್ನೂ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಅಲೆಯಾಕಾರದ ಚಲನೆ ಅಂದರೆ, **ಏರಿಳಿತ** (undulation) ಮತ್ತು **ಮುನ್ನೂಕುವಿಕೆ** (propulsion) ಎಂದು ವರ್ಗೀಕರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಚಲನೆಯನ್ನು ಹಾರಾಟವನ್ನು

ಸೂಚಿಸುವ ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಪದಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ವಿವರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ, ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಜಾರುವಿಕೆ (gliding), ಸುತ್ತುವಿಕೆ (hovering) ಮತ್ತು ರೆಕ್ಕೆ ಬಡಿಯುವಿಕೆ (flapping). ಭೂಮಿಯ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಚಲನೆಯನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ **ಕೊರೆಯುವಿಕೆ** (burrowing) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ನಡೆಯುವ ಚಲನೆಯು ಅತ್ಯಂತ ವೈವಿಧ್ಯ ಮಯವಾಗಿರುವಂತಹುದು; ನಡಿಗೆ (walk), ಓಟ (run), ಹತ್ತುವಿಕೆ (climb), ಜಿಗಿತ (jump) ಅಥವ ತೆವಳುವಿಕೆ (crawl) ಇತ್ಯಾದಿ ಪದಗಳಿಂದ ಅದನ್ನು ವಿವರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಎಲ್ಲ ಚಲನೆಗಳು ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ಕೊನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದರ ಹೊರತಾಗಿ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ರೀತಿಯ ಚಲನೆಗಳೇನಾದರೂ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆಯೇ? ನಿಮ್ಮ ಎದೆ ಬಡಿತವನ್ನು ಕೇಳಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ – ಅದು ಬಡಿಯುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ, ಆದರೆ ಈ ಬಡಿತ ನಡೆಯುವುದು ನಿಮ್ಮ ಎದೆಯೊಳಗೆ ಒಂದೇ ಜಾಗದಲ್ಲಿ. ಹೃದಯವು ಎರಡು ಸ್ಥಾನಗಳ ನಡುವೆ ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ, ಹಾಗಾಗಿ ಇದು ಆಂದೋಲನ ಚಲನೆಗೆ ಉದಾಹರಣೆ. ಈಗ ನಿಮ್ಮ ತಲೆಯನ್ನು ಈ ಬದಿಯಿಂದ ಆ ಬದಿಗೆ ಚಲಿಸಿ. ನಿಮ್ಮ ಕತ್ತು ಹೀಗೆ ಸುತ್ತಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುವ ನಿಮ್ಮ ಕತ್ತಿನಲ್ಲಿರುವ ತಿರುಗಣೆ ಮೂಳೆಯು ಆವರ್ತನೀಯ ಚಲನೆ (rotational motion) ಯನ್ನು ಆಧರಿಸಿದೆ. ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ನಿಮಗೆ ಆಂದೋಲನ ಮತ್ತು ಅವರ್ತನ ಚಲನೆಗೆ ಬೇರೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಉದಾಹರಣೆಗಳು ಗೋಚರಿಸುತ್ತವೆಯೇ?

## ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆ

*"ಅವು ಹೊಡೆದಾಡುತ್ತವೆ, ಸಂಗಾತಿಗಾಗಿ ಪರಸ್ಪರ ಸ್ಪರ್ಧಿಸುತ್ತವೆ, ಹೊಸ ವಾಸಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಲಗ್ಗೆ ಇಡುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಈ ಯಾವುದೇ ಕಲಹವು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣಿಸುವುದಿಲ್ಲ; ಏಕೆಂದರೆ ಸಸ್ಯಗಳು ಬೇರೆಯದೇ ಆದ ಕಾಲ ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ."*

– ಸರ್ ಡೇವಿಡ್ ಅಟೆನ್‌ಬರೊ[8]

ಸಸ್ಯಗಳು ಚಲಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ನಾವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಯೋಚಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅವುಗಳ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಸಾಕಷ್ಟು ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರಿಸುವ ಚಲನೆಯೆಂದರೆ **ಶೀಘ್ರ ಸಸ್ಯ ಚಲನೆಗಳು** (rapid plant movements). ಈ ಚಲನೆಯು ಕ್ಷಣಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ಅಥವ ಒಂದೆರಡು ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆದು ಹೋಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಶೀಘ್ರ ಚಲನೆಗೆ ಉದಾಹರಣೆ ಎಂದರೆ, ಕೀಟಹಾರಿ ಸಸ್ಯವಾದ ವೀನಸ್ ಫ್ಲೈಟ್ರ್ಯಾಪ್ ತನ್ನ ಆಹಾರವಾದ ಕೀಟಗಳ ಮೇಲೆ ಮುಗಿಬೀಳುವ ರೀತಿ ಮತ್ತು ನಾಚಿಕೆ ಮುಳ್ಳು ಮತ್ತು ಟೆಲಿಗ್ರಾಫ್ ಗಿಡದ ಎಲೆಗಳು ತೋರ್ಪಡಿಸುವ ಚಲನೆ. ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಅತ್ಯಂತ ಶೀಘ್ರದ ಚಲನೆ ಎಂದರೆ ಬಿಳಿ ಮಲ್‌ಬೆರ್ರಿ ಗಿಡದ ಪರಾಗ ಚಿಮ್ಮುವ ರೀತಿ – ಇದು ಶಬ್ದದ ವೇಗದ ಅರ್ಧದಷ್ಟು ವೇಗದಲ್ಲಿ ನಡೆದು ಹೋಗುತ್ತದೆ![9]

ಆದರೆ ಬಹುತೇಕ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯು ತಲೆಚಿಟ್ಟು ಹಿಡಿಸುವಷ್ಟು ನಿಧಾನ; ವಾರಗಟ್ಟಲೆ, ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ತಿಂಗಳುಗಟ್ಟಲೆ ಸಮಯವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಚಲನೆಗಳು ಬೆಳಕು, ಗಾಳಿ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ, ರಸಾಯನಿಕಗಳು ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯನ ಪ್ರಚೋದನೆಯಿಂದ ಜರುಗುತ್ತವೆ. ಈ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಚಿರಪರಿಚಿತವಾಗಿರುವುದೆಂದರೆ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಮುಖಮಾಡಿ ತಿರುಗುವ ಸೂರ್ಯಕಾಂತಿ ಹೂವಿನ ಚಲನೆ (solar-tracking). ಇತರ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳೆಂದರೆ, ಸಸ್ಯದ ತಾಯಿಬೇರು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಶಕ್ತಿಯಿಂದಾಗಿ ಭೂಮಿಯಡಿಗೆ ಇಳಿಯುವುದು ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಇರುವ ಕಡೆಗೆ ಸಸ್ಯದ ಕೊಂಬೆಗಳು ಬಾಗುವುದು.

ಸಸ್ಯದ ಈ ಚಲನೆಗಳು ಟೈಮ್‌ಲ್ಯಾಪ್ಸ್ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದಾಗ ತುಂಬ ಆಕರ್ಷಣೀಯವಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ. ರೋಜರ್ ಪಿ ಹ್ಯಾಂಗ್‌ಆರ್ಟರ್ ಎನ್ನುವವರು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಿದ ಈ ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣದಲ್ಲಿ ನಿಮಗೆ ಸಸ್ಯಗಳ ಟೈಮ್‌ಲ್ಯಾಪ್ಸ್ ವಿಡಿಯೊ ಚಿತ್ರಣಗಳು ಲಭ್ಯ ಇವೆ: http://plantsinmotion.bio.indiana.edu[10]

## ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ಚಲನೆಗಳು

*"ನಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಚಂದ್ರ ತಿರುಗುವಂತೆ, ಗುರುಗ್ರಹದ ಸುತ್ತ ನಾಲ್ಕು ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವುದು ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಇಡೀ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಒಂದು ಬೃಹತ್ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತಲು ಹನ್ನೆರಡು ವರ್ಷ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ..."*

– ಗ್ಯಾಲಿಲಿಯೋ ಗ್ಯಾಲಿಲಿ ಮತ್ತು ಜೊಹಾನೆಸ್ ಕೆಪ್ಲರ್[11]

ಇಷ್ಟರ ತನಕ ನಾವು ನಮ್ಮ ದೇಹ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರಕ್ಕೆ ಸರಿಸಮವಾಗಿರುವ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿದೆವು. ಈಗ ನಾವು ನಕ್ಷತ್ರಗಳು, ಗ್ರಹಗಳು ಮತ್ತು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡ ಒಳಗೊಂಡಂತೆ ಬೃಹತ್ ಪ್ರಮಾಣದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸೋಣ.

ನಮ್ಮ ಇತಿಹಾಸದ ಬಹಳಷ್ಟು ಕಾಲ, ಜನರು 'ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿದೆ' ಎಂದು ನಂಬಿದ್ದರು. ನಂಬದೆ ಇರಲು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯ – ಸೂರ್ಯ ಪೂರ್ವದಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿ ಪಶ್ಚಿಮದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲವೇ? ರಾತ್ರಿ ಹೊತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಮತ್ತು ಗ್ರಹಗಳು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲವೇ? ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಚಲನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ನಾವಿಂದು ಪಡೆದುಕೊಂಡಿರುವ ವಿಶೇಷ ಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ, ತಮ್ಮ ಜೀವ ಒತ್ತೆ ಇಟ್ಟು, ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡು, ಅದರ ಕುರಿತಾಗಿ ಧೈರ್ಯದಿಂದ ಮಾತನಾಡಿದ ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ನಾವು ಕೃತಜ್ಞರಾಗಿರಬೇಕಿದೆ.

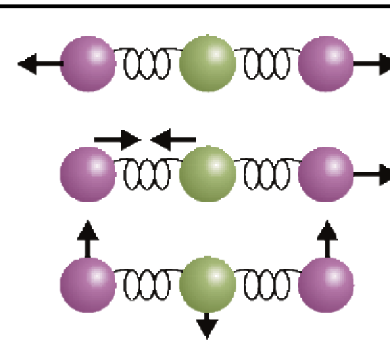
ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಭೂಕೇಂದ್ರೀಯ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಸೂರ್ಯ, ಚಂದ್ರ ಮತ್ತು ಗ್ರಹಗಳು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ ಎಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಪ್ರಶ್ನಿಸಿದ ನಿಕೊಲಸ್ ಕೋಪರ್ನಿಕಸ್, ಈ ನಂಬಿಕೆಯು ಬುಡಮೇಲಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ತನ್ನ ಬದುಕಿನ ಕೊನೆಗಾಲದ ತನಕ ಪ್ರಕಟಿಸಲಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಹಾಗೆ ಮಾಡಿದಲ್ಲಿ ಅದು ಧರ್ಮನಿಂದನೆ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಿತ್ತು! ಭೂಮಿಯು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತದೆಯೇ ಹೊರತು ಸೂರ್ಯ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವುದಿಲ್ಲ ಎಂದು ಹೇಳಿದ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ಗ್ಯಾಲಿಲಿಯೋ ಗ್ಯಾಲಿಲಿ ಚರ್ಚಿನಿಂದ ಪೀಡನೆಗೆ ಒಳಗಾಗಬೇಕಾಯಿತು. ಭೂಮಿಯು ವಿಶ್ವದ ಕೇಂದ್ರವಲ್ಲ; ಭೂಮಿಯು ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ಪಶ್ಚಿಮದಿಂದ ಪೂರ್ವಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿ 24 ಗಂಟೆಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಇದರಿಂದಾಗಿ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳು ನಮ್ಮ ಸುತ್ತ ಪೂರ್ವದಿಂದ ಪಶ್ಚಿಮಕ್ಕೆ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ ಎಂದು ಯಾವಾಗ ಮನುಷ್ಯರು ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡರೋ ಆಗಿನಿಂದ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಯುಗ ಆರಂಭವಾಯಿತು.

ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಇನ್ನೈದು ಬರಿ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರಿಸುವ ಗ್ರಹಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ ಎಂದು ಗ್ರೀಕರ ನಂತರ ಹೇಳಿದ ಮೊದಲಿಗ ಕೋಪರ್ನಿಕಸ್. ಗ್ಯಾಲಿಲಿಯೋ ದುರ್ಬೀನಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸುತ್ತಾ, ಗುರು ಗ್ರಹದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಗ್ರಹಗಳು ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಅಕ್ಷಗಳು ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿಲ್ಲ, ಅಂಡಾಕಾರದಲ್ಲಿವೆ ಎಂದು ಜೊಹಾನೆಸ್ ಕೆಪ್ಲರ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ. ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿನ ಹೆಚ್ಚಿನ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದಂತೆ (ಯುರೇನಸ್, ನೆಪ್ಚೂನ್, ಪ್ಲೂಟೊ), ಆಕಾಶದಲ್ಲಿನ ಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಕೆಪ್ಲರನ **ಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆಯ ತತ್ವಗಳ** (Laws of Planetary Motion) ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ವಿವರಿಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು.

ಭೂಮಿಯು ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ನಮಗೆ ಈಗ ತಿಳಿದಿದೆ. ಇವು ಯಾವ ರೀತಿಯ ಚಲನೆಗಳು?

ಇಪ್ಪತ್ತನೇ ಶತಮಾನದ ಆರಂಭದ ಹೊತ್ತಿಗೆ, ಸೂರ್ಯ ಕೂಡ ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲ; ಅದು ನಮ್ಮ ಆಕಾಶ ಗಂಗೆಯ ಒಂದು ಕಿರುಹಾದಿಯಲ್ಲಿರುವ ಅಸಂಖ್ಯ ತಾರೆಗಳ ಪೈಕಿ ಒಂದು ಅಷ್ಟೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಒಪ್ಪಲಾಗಿತ್ತು. ನಮ್ಮ ಅಖಂಡ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಸಹಸ್ರಾರು ಆಕಾಶಗಂಗೆಗಳು ಇವೆ ಎಂದು ಎಡ್ವಿನ್ ಹಬಲ್ ಪ್ರಮಾಣೀಕರಿಸಿ ತೋರಿಸಿದ. ಆಸಕ್ತಿಯ ವಿಚಾರವೆಂದರೆ, ಭೂಮಿಯಿಂದ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯೊಂದು ದೂರ ಇದ್ದಷ್ಟೂ, ಅದು ಅಷ್ಟೆ ವೇಗವಾಗಿ ಭೂಮಿಯಿಂದ ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ಹಬಲ್ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ದತ್ತಾಂಶಗಳು ತೋರಿಸಿದವು. ಹೆಚ್ಚಿನ ಆಕಾಶಗಂಗೆಗಳು ಅತ್ಯಂತ ವೇಗವಾಗಿ ಒಂದರಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತಿವೆ ಎಂಬುದು ಇದರ ತಾತ್ಪರ್ಯ. ಹಾಗಾಗಿ, ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವು ಇನ್ನೂ ವಿಸ್ತಾರವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತಿದೆ ಎಂದರ್ಥ

## ಅಣುಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಪನ



**ಅಣುಗಳು ಅನೇಕ ವಿನ್ಯಾಸಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಪಿಸುತ್ತವೆ**
Ref: http://scied.ucar.edu/molecular-vibration-modes

*"ಅಗೋಚರ ಹೊಡೆತಗಳಿಗೆ ಸಿಕ್ಕಿ ತಮ್ಮ ಪುಟ್ಟ ಪಥಗಳಿಂದ ದಿಕ್ಕಾಪಾಲಾಗುವ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಮುಂದಕ್ಕೆ ದಬ್ಬಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಅಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೂ ಎಳೆದಾಡಲ್ಪಡುವ ಕಣಗಳು ನಿಮಗಿಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ ಅವುಗಳ ಪುರಾತನ ಚಲನೆಯನ್ನೊಮ್ಮೆ ನೋಡಿ ಆದಿಮ ಅಣುಗಳೇ ಇವುಗಳ ಚಾಲಕ ಶಕ್ತಿ..."*

– ಟೈಟಸ್ ಲುಕ್ರೆಟಿಯಸ್ ಕ್ಯಾರಸ್[12]

ನಾವೀಗ ಗ್ರಹಗಳು ಮತ್ತು ಆಕಾಶಗಂಗೆಗಳಂತಹ ಭಾರೀ ಕಾಯಗಳಿಂದ ದೂರ ಸರಿದು, ಅದಕ್ಕೆ ತದ್ವಿರುದ್ಧವಾಗಿರುವ ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪ್ರಪಂಚದೊಳಗೊಂದು ಇಣುಕು ಹಾಕೋಣ. ಎಲ್ಲ ಕಾಯಗಳು ಪರಮಾಣುಗಳು ಮತ್ತು ಅಣುಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗಿವೆ ಎಂದು ನಾವೀಗ ನಿಸ್ಸಂಶಯವಾಗಿ ಒಪ್ಪುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ ಶತ ಶತಮಾನಗಳ ಕಾಲ ಪರಮಾಣು ಎನ್ನುವುದು ಯಾವುದೇ ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರವಿಲ್ಲದ ಒಂದು ಅದ್ಭುತ ಪರಿಕಲ್ಪನೆ ಮಾತ್ರವಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ, ಲೂಕ್ರೆಟಿಯಸ್ 2000 ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಬರೆದ ಈ ಕವನದ ಸಾಲುಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಇರುವಿಕೆಯ ನಂಬಿಕೆಯ ತಿರುಳು ಅಡಗಿತ್ತು!

> ತನ್ನ ದಾರ್ಶನಿಕ ಪದ್ಯದಲ್ಲಿ ಲುಕ್ರೆಟಿಯಸ್ ಕೋಣೆಯೊಳಗಿಣುಕುವ ಬಿಸಿಲ ಕೋಲಿನಲ್ಲಿ ನರ್ತಿಸುತ್ತಿರುವ ಧೂಳಿನ ಕಣಗಳ ಕಣ್ಸೆಳೆಯುವ ಚಿತ್ರಣವನ್ನು ಕಟ್ಟಿಕೊಡುತ್ತಾನೆ. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಅಗೋಚರ ಪರಮಾಣುಗಳು ಧೂಳಿನ ಕಣಗಳನ್ನು ಅಡ್ಡಾಡಿಸುತ್ತಿವೆ ಎಂದು ಆತ ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಡುತ್ತಾನೆ. ಧೂಳಿನ ಈ ಚಲನೆ ಉಂಟಾಗುವುದು ಉಷ್ಣ ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ಎಂಬುದು ನಮಗೀಗ ಗೊತ್ತಿದೆ. ಲುಕ್ರೆಟಿಯಸ್ ವರ್ಣಿಸುವ ಈ ಚಲನೆಯು ಅಣು ಪರಮಾಣುಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ದೃಢೀಕರಿಸಿದ ಬ್ರೌನನ ಚಲನೆಯ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ತೀರಾ ಸಮೀಪವಾಗಿದೆ.

ರಾಬರ್ಟ್ ಬ್ರೌನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ದರ್ಶಕದ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಪರಾಗವನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ, ಪರಾಗದಿಂದ ಹೊರದೂಡಲ್ಪಟ್ಟ ಕೆಲವು ಕಣಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿದನು. ಈ ಕಣಗಳು ಜೀವ ಇರುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ದಿಗಿಲಿನಿಂದ ಸಂಚರಿಸುವುದು ಕಂಡುಬಂತು. ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಅಥವ ಅನಿಲ (ಸ್ರಾವ)ದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಕಣಗಳ ಯಾದೃಚ್ಛಿಕ ಚಲನೆಯನ್ನು ಬ್ರೌನನ ಚಲನೆ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ದಶಕಗಳ ತರುವಾಯ, ಐನ್‌ಸ್ಟೀನ್ ಈ ಕಣಗಳು ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ದಿಗಿಲಿನಿಂದ ಚಲಿಸಲು ಕಾರಣ, ಅವುಗಳು ಸ್ರಾವದಲ್ಲಿ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಅಣು ಅಥವಾ ಪರಮಾಣುಗಳೊಂದಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುತ್ತಿರುವುದು, ಎಂದು ವಿವರಿಸಿದನು. ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮ, ಅಗೋಚರ ಕಣಗಳು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ದೊಡ್ಡ ಕಣಗಳನ್ನು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಚಲನೆಯು ಗೊತ್ತಾಗುವಂತಾಯಿತು!

ಸ್ರಾವದಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳು ನಿರಂತರ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ ಎಂದು ಇದೀಗಷ್ಟೆ ನೋಡಿದೆವು. ಘನವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳಿಗೆ ಏನಾಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ? ಅವು ಕೂಡ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಅಣುಗಳ ಚಲನೆಯ ರೀತಿಯು ವಸ್ತುವು ಯಾವ ರೂಪದಲ್ಲಿದೆ ಎನ್ನುವುದರ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಧರಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಅರ್ಥ, ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ನೀರಿನ ಅಣುಗಳು, ನೀರು ದ್ರವ ರೂಪದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ, ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ರೂಪದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಮತ್ತು ನೀರಾವಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿದಾಗ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೀತಿಯ ಚಲನೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ.

ಘನವಸ್ತುಗಳ ಕಣಗಳು ಒತ್ತೊತ್ತಾಗಿದ್ದು, ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಹಾಗಿದ್ದರೂ, ಅವುಗಳು ಕಂಪಿಸುತ್ತಾ, ತಮ್ಮ ಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಕಂಪನವು ಒಂದು ಸಮತೋಲಿತ ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತ ನಡೆಯುವ ಒಂದು ರೀತಿಯ ಆಂದೋಲನ. ಈ ಚಲನೆಯ ಹೊರತಾಗಿಯೂ, ಘನವಸ್ತುಗಳು ಅವುಗಳ ಕಣಗಳ ನಡುವಿನ ಗಟ್ಟಿ ಬಂಧದ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ಬಿಗಿಯಾಗಿಯೇ ಇರುತ್ತವೆ.

ದ್ರವ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ, ಕಣಗಳು ಸ್ವಲ್ಪ ಸಡಿಲವಾಗಿ ಬಂಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ದ್ರವ ಕಣಗಳು ಹತ್ತಿರವಿದ್ದರೂ, ಒಂದು ಇನ್ನೊಂದರ ಸುತ್ತ ಸುಲಭವಾಗಿ ಜಾರಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲವು. ಈ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ದ್ರವ ವಸ್ತುಗಳು ತಾವು ಆಕ್ರಮಿಸುವ ಪಾತ್ರೆಯ ಆಕಾರ ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ದ್ರವ ಕಣಗಳು ಕಂಪನ, ಪರಿಭ್ರಮಣ ಮತ್ತು ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಚಲನೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಬಲ್ಲವು.

ಅನಿಲದ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ನಮಗೆ ಈ ಎಲ್ಲಾ ಚಲನೆಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಅನಿಲದ ಕಣಗಳ ನಡುವೆ ದ್ರವದ ಕಣಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಂತರವಿರುತ್ತದೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಅನಿಲದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಹೆಚ್ಚು ವೇಗವಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲೂ

ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಇದೇ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ಅನಿಲವನ್ನು ಯಾವುದೇ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿದರೂ ಅದು ಅದರ ತುಂಬ ತುಂಬುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೊಂದಿದೆ.

## ಚಲನೆಯ ಕಾರಣಗಳು

*"ಆದ್ಯ ಚಾಲಕ ಯಾರು, ಲಾಳ ತಿರುಗಿಸುತ್ತಲೇ ಇರುವ ಆ ನೇಕಾರ?"*

– ಎಡ್ವರ್ಡ್ ಒ ವಿಲ್ಸನ್[13]

ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಹಲವು ರೀತಿಯ ಚಲನೆಗಳಿವೆ. ಕೆಲವು ನಮಗೆ ಅಗೋಚರವಾಗಿದ್ದರೆ, ಇನ್ನು ಕೆಲವು ನಮ್ಮ ಸುತ್ತುಮುತ್ತಲೇ ನಡೆಯುತ್ತಿರುತ್ತವೆ; ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ನಮಗಿಂತಲೂ ಎಷ್ಟು ಅಗಾಧವಾಗಿವೆಯೆಂದರೆ, ಅವುಗಳನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಕಷ್ಟ. ಆದರೆ ಈ ಎಲ್ಲ ಚಲನೆ ನಡೆಯುವುದಾದರೂ ಏಕೆ ಮತ್ತು ಅದು ಹೇಗೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ?

ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರ ಸಾಕಷ್ಟು ಸಂಕೀರ್ಣವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಅದು ನಾವು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಯಾವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಎತ್ತುತ್ತಿದ್ದೇವೆ ಎಂಬುದರ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಮತ್ತು ಸಸ್ಯಗಳು ಏಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿದೆ. ಆದರೆ ಅನಿಲದಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳು, ಆಕಾಶದಲ್ಲಿರುವ ಗ್ರಹಗಳು, ಆಕಾಶಗಂಗೆಗಳು ಚಲಿಸುವುದು ಏಕೆ? ಈ ಎಲ್ಲಾ ಚಲನೆಯ ಹಿಂದೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಕಾರಣ ಇದೆಯೇ? ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಚಿಂತನೆಗೆ ಹಚ್ಚುವಂತೆ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಪ್ರೌಢ ಶಾಲಾ ಹಂತದಲ್ಲೇ ಕೇಳುವುದು ಉತ್ತಮ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಪರಿಚಿತವಿರುವ ಜೀವಿಗಳ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಮುಂದಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಎತ್ತುವುದು ಮುಂದಿನ ಕಲಿಕೆಗೆ ಅನುವು ಮಾಡಿ ಕೊಡುತ್ತದೆ.

## ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಏಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ?

ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ನೀವು ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಕೇಳಿದರೆ, ಅವರು ಬಹುಶಃ "ಅಪಾಯದಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು"; "ಆಹಾರ ಅಥವ ನೀರು ಹುಡುಕಲು", ಎಂಬಿತ್ಯಾದಿ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಕೊಡಬಹುದು. ಈ ಚರ್ಚೆಯನ್ನು ಇನ್ನೂ ಮುಂದುವರಿಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗಲು, "ಹವಾಮಾನ ಬದಲಾದಂತೆ ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಏಕೆ ವಲಸೆ ಹೋಗುತ್ತವೆ?" ಎಂದು ನೀವು ಪ್ರಶ್ನಿಸಬಹುದು. ಇರುವೆ ಅಥವ ಗೆದ್ದಲು ಹುಳುಗಳ ನಡುವೆ ಸಂಗಾತಿಗಾಗಿ ನಡೆಯುವ ಸೆಣಸಾಟದ ಉದಾಹರಣೆಯ ಮೂಲಕ ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಯಾವ ರೀತಿಯಾಗಿ ಸಂಗಾತಿಯನ್ನು ಹುಡುಕಿಕೊಂಡು ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ವಿವರಿಸಬಹುದು.

> ಈ ಉದಾಹರಣೆಗಳಿಂದ ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಾಗುವ ಅಂಶವೆಂದರೆ, ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಮೂಲತಃ ಆಹಾರ, ವಸತಿ ಮತ್ತು ಸಂಗಾತಿಗಳ ಹುಡುಕಾಟದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ.




**ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಚಲನೆ ನಮಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ, ಆದರೆ ಸಸ್ಯಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಲ್ಪನಾಶಕ್ತಿ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.**
Sources for illustration (Animal): Garvie, Steve. The Great Trek. 2010. Wikimedia Commons. Web. 15 Apr. 2015. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_Great_Trek.jpg. Attribution-Share Alike 2.0 Generic License: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/deed.en. Sources for illustration (plants sprouting): Favreau, Jean-Marie. Sprouter. 2006. Wikimedia Commons. Web. 15 Apr. 2015. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sprouter.png. GNU Free Documentation License, Version 1.2 or later: https://en.wikipedia.org/wiki/GNU_Free_Documentation_License)

ಚಲನೆ ಏಕೆ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರ ಕಂಡುಕೊಂಡ ನಂತರ, ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆ ಹೇಗೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ ಎಂದು ನೋಡೋಣ. ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆ ಉಂಟಾಗಲು ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣ, ಅವುಗಳ ಸ್ನಾಯುಗಳ ಸಂಕೋಚನೆ.

ಕಶೇರುಕಗಳಲ್ಲಿ, ಸ್ನಾಯುಗಳು ಮತ್ತು ಮೂಳೆಗಳು ಚಲನೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲು ಸನ್ನೆಯಂತೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತವೆ.[14] ಅಲ್ಪ ಬಲ ಪ್ರಯೋಗದ ಮೂಲಕ ಭಾರಿ ಬಲವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಬಳಸುವ ಒಂದು ಸರಳ ಉಪಕರಣವೇ ಸನ್ನೆ. ಕಶೇರುಕಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಚಲನೆ ಉಂಟುಮಾಡಲು ಸನ್ನೆಯ ಸೂತ್ರ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಅವರ ಸ್ನಾಯು ಮತ್ತು ಮೂಳೆಗಳು ಸನ್ನೆಯಂತೆ ಹೇಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತವೆ ಎಂದು ಕೇಳಿ.

ಇನ್ನೊಂದು ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ವಿಚಾರವೆಂದರೆ, ಬಹುತೇಕ ದೈಹಿಕ ಚಲನೆಗಳು ಸ್ನಾಯುಗಳು ಜೋಡಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಸ್ನಾಯುಗಳು ಜೋಡಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುದು ಏಕಿರಬಹುದು ಎಂದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಕೇಳಿ? ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಸ್ನಾಯು ಮಾತ್ರ ಸಂಕೋಚನಗೊಂಡರೆ ಕೇವಲ ಒಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಚಲನೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಸುಳಿವು ಕೊಡಿ.

ತೋಳಿನ ಹಿಂಭಾಗದ ಮತ್ತು ಮುಂಭಾಗದ ಸ್ನಾಯುಗಳು ಇಂತಹ ಒಂದು ಸ್ನಾಯು ಜೋಡಿಗಳಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆ. ತೋಳಿನ ಮುಂಭಾಗದ ಸ್ನಾಯುಗಳು ಸಂಕೋಚನೆಗೊಂಡಾಗ ಹಿಂಭಾಗದ ಸ್ನಾಯುಗಳು ಸಡಿಲಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ, ಹಿಂಭಾಗದ ಸ್ನಾಯುಗಳು ಸಂಕೋಚನೆಗೊಂಡಾಗ ಮುಂಭಾಗದ ಸ್ನಾಯುಗಳು ಸಡಿಲಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಮುಂಭಾಗದ ಸ್ನಾಯುಗಳ ಸಂಕೋಚನೆಯು ಮೊಣಗಂಟನ್ನು ಬಗ್ಗಿಸಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುತ್ತದೆ; ಹಿಂಭಾಗದ ಸ್ನಾಯುಗಳ ಸಂಕೋಚನವು ಮೊಣಗಂಟನ್ನು ಮತ್ತೆ ಸಡಿಲಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾಗಿ ಸ್ನಾಯುಗಳು ದೇಹದ ಅಂಗಗಳನ್ನು ಎರಡೂ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಜೋಡಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತವೆ.

## ಸಸ್ಯಗಳು ಏಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ?

ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಯಾವ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆಯೋ ಬಹುತೇಕ ಅದೇ ಕಾರಣಗಳಿಗಾಗಿ ಸಸ್ಯಗಳು ಕೂಡ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬ ಅಂಶ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಹೊಳೆಯುತ್ತದೆಯೇ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸುವುದು ಕುತೂಹಲಕಾರಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸಸ್ಯ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿನ ಒಂದೇ ಒಂದು ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಎಂದರೆ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಚಲನೆಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಲು ಮತ್ತು ಈ ಚಲನೆಗಳು ಏಕೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಯೋಚಿಸಲು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಹೇಳಿ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಮೂಲಕ ಆಹಾರ ತಯಾರಿಸಲು ಸಹಾಯವಾಗುವಂತೆ ಸಸ್ಯದ ರೆಂಬೆಗಳು ಬೆಳಕಿನೆಡೆಗೆ ಚಲಿಸಿದರೆ, ಬೇರುಗಳು ನೀರಿನೆಡೆಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ವೀನಸ್ ಫ್ಲೈ ಟ್ರ್ಯಾಪ್‌ನಂತಹ ನೊಣಹಿಡುಕ ಗಿಡಗಳು ತಮಗೆ ಅತಿ ಅವಶ್ಯವಾದ, ಆದರೆ ವಿರಳವಾಗಿ ದೊರಕುವ ಸಸಾರಜನಕದಂತಹ ಪೋಷಕಾಂಶದ ಆಹಾರಮೂಲವಾದ ನೊಣಗಳನ್ನು ಹಿಡಿಯಲು ಕ್ಷಿಪ್ರ ಚಲನೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಆಕ್ರಮಣಕಾರರಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ನಾಚಿಕೆಮುಳ್ಳಿನ ಗಿಡದ ಎಲೆಗಳು ಮುಟ್ಟಿದ ಕೂಡಲೆ ಮುದುಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಪರಾಗಸ್ಪರ್ಶದ ಅವಕಾಶವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು, ಫಲೀಕರಣಗೊಳ್ಳಲು ಮತ್ತು ಬೀಜ ಉತ್ಪಾದನೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಸಲು ಹೂಗಳು ಅರಳುವ ಮತ್ತು ಮುದುಡುವ ಚಲನೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ.

> ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯ ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣವೆಂದರೆ ಆಹಾರ, ರಕ್ಷಣೆ, ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿ ಮತ್ತು ಇತರ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳು.

ಸಸ್ಯಗಳು ಏಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದ ನಂತರ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆ ಉಂಟಾಗುವುದು ಹೇಗೆ ಎಂದು ನೋಡೋಣ. ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ನಾಯುಗಳಾಗಲಿ, ಮೂಳೆಗಳಾಗಲಿ, ನರವ್ಯೂಹವಾಗಲಿ ಇಲ್ಲವಲ್ಲ? ಇದಕ್ಕೆ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನದ ಒಂದು ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕ ಮೇಳೈಕೆಯಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಉತ್ತರ ಸಿಗುತ್ತದೆ. ಸಸ್ಯಗಳ ಜೀವಕೋಶ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಸ್ವಲ್ಪ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪರಿಚಯ ನಿಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗಿದ್ದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ನೀವು ಒಂದೆರಡು ಸಸ್ಯಗಳನ್ನು ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆ ನಡೆಯುವ ರೀತಿಯನ್ನು ವಿವರವಾಗಿ ಚರ್ಚಿಸಬಹುದು.

ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯ ನಿಧಾನಗತಿಯು ಅದರ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೀತಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಗತಿಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಕೋಣೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಮೊಳಕೆಯೊಡೆಯುತ್ತಿರುವ

ಸಸಿಯೊಂದನ್ನು ಇಟ್ಟರೆ, ಅದರ ಕಾಂಡವು ಕಿಟಕಿಯೆಡೆಗೆ, ಅಂದರೆ ಬೆಳಕಿನ ಮೂಲದೆಡೆಗೆ ಬಾಗುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ದೂರವಿರುವ ಅದರ ಕಾಂಡದ ಭಾಗವು ಉದ್ದವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವುದು ಈ ಚಲನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಅಸಮನಾಂತರ ಬೆಳವಣಿಗೆಯು ಕಾಂಡವನ್ನು ಬೆಳಕಿನೆಡೆಗೆ ಬಾಗಿಸುತ್ತದೆ. ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಕಾರಣವಾಗುವ ಹಾರ್ಮೋನ್‌ಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ರಸಾಯನಿಕಗಳು ಸಸ್ಯದ ಕಾಂಡವನ್ನು ನೀಳವಾಗಿಸುತ್ತವೆ. ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ಜೀವಕೋಶದ ಗೋಡೆಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಹಿಗ್ಗಿಸುವುದರಿಂದ, ಅವು ನೀರು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿಕೊಂಡು ಉದ್ದವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆ.[15] ಬೆಳಕನ್ನು ಗುರುತಿಸುವ ಇತರ ರಸಾಯನಿಕಗಳ ಪ್ರಚೋದನೆಯಿಂದಾಗಿ, ಈ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಹಾರ್ಮೋನು ಸಸ್ಯದ ಕತ್ತಲಲ್ಲಿರುವ ಕಾಂಡದ ಭಾಗದ ಕಡೆಗೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ.

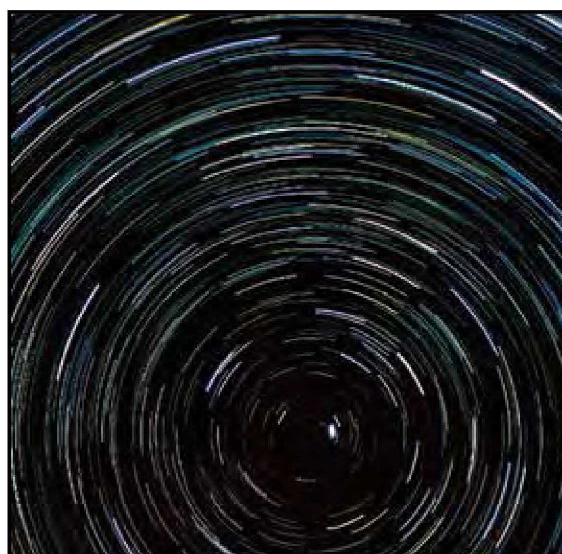
ಸಸ್ಯದ ಕ್ಷಿಪ್ರ ಗತಿಯ ಚಲನೆಗಳು ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳ ಒಟ್ಟುಗೂಡುವಿಕೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಆಗುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಒಂದು ವಿದ್ಯಮಾನ, ಆಮ್ಲ ಉದ್ಭವ (acid growth). ಇದು ವೀನಸ್ ಫ್ಲೈಟ್ರಾ ್ಯಪ್ ಗಿಡದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಗಿಡದ ಎಲೆಯ ಮೇಲಿರುವ ರೋಮವನ್ನು ಸ್ಪರ್ಷಿಸಿದ ಕೂಡಲೆ, ಎಲೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬದಲಾವಣೆಯು $H^+$ ಆಯಾನುಗಳ ಒಂದು ಪ್ರವಾಹವನ್ನೇ ಎಲೆಯ ನಡುದಿಂಡಿನ ಕೋಶಗಳ ಗೋಡೆಗಳೆಡೆಗೆ ಹರಿಯಬಿಡುತ್ತವೆ. ಈ $H^+$ ಆಯಾನುಗಳು ಈ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಆಮ್ಲೀಯಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಜೀವಕೋಶದ ಗೋಡೆಯ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳನ್ನು ಕರಗಿಸಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಜೀವಕೋಶಗಳು ನೀರು ತುಂಬಿಕೊಂಡು ಇನ್ನೂ ಹಿಗ್ಗಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಎಲೆಯ ಹೊರಭಾಗವು ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಹಿಗ್ಗಿ ಅದರ ಬಾಯಿ ತಟ್ಟನೆ ಮುಚ್ಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆಗೆ ಈ ತರಹದ ಅನೇಕ ನಿಕಟಸ್ಥ ಕಾರಣಗಳಿವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಇನೂ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು, ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಕುರಿತಾಗಿನ ಅನ್ವೇಷಣೆ ಇನ್ನೂ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಜಾರಿಯಲ್ಲಿದೆ.

ಪ್ರಾಣಿ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಬದುಕಿನ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳು ಮತ್ತು ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಮೂಲಗಳನ್ನು ಹುಡುಕಿಕೊಂಡು, ಜೀವದ ಇರುವಿಕೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಲು ಚಲನೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ನೋಡಿದೆವು. ಇಷ್ಟಾಗಿಯೂ ತನ್ನನ್ನು ಶಾಶ್ವತಗೊಳಿಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗಬೇಕೆನ್ನುವ ಈ 'ಜೀವ' ಅಂದರೆ ಏನು ಎಂಬುದು ನಮಗಿನ್ನೂ ಅರ್ಥವಾಗಿಲ್ಲ.

## ಗ್ರಹಗಳು, ತಾರೆಗಳು ಮತ್ತು ಆಕಾಶಗಂಗೆಗಳು ಏಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ?

ಆಕಾಶಕಾಯಗಳು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಹಲವಾರು ಚಲನೆಗಳನ್ನು ನಾವು ನೋಡಿದ್ದೇವೆ – ಅವುಗಳು ತಮ್ಮ ಸುತ್ತ ತಾವೇ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುತ್ತವೆ ಅಥವ ಬೇರೆ ಕಾಯಗಳ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಇತರ ಕಾಯಗಳಿಂದ ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಈ ಕಾಯಗಳು ಚಲಿಸುವುದು ಯಾವ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಯು ಶತಮಾನಗಳಿಂದ ಮನುಷ್ಯನನ್ನು ಕಾಡಿದೆ. ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಈ ಅನೂಹ್ಯ ಗುಣವನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಪರಿಚಯಿಸಬೇಕು. ಈ ಚಲನೆಗೆ ಕಾರಣಗಳನ್ನು ಊಹಿಸಲು ಅವರನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸಬೇಕು. ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಹುಡುಕುವ ಮೊದಲು, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತಾವೇ ಓದಿಕೊಂಡು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ



**ಭೂಮಿಯು ತನ್ನ ಸುತ್ತ ತಾನೆ ತಿರುಗುತ್ತಿರುವ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಅದರ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿವೆಯೇನೋ ಎಂಬ ಭ್ರಮೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ರಾತ್ರಿ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರಿಸುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ 91 ನಿಮಿಷಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಚಲನೆಯನ್ನು ಈ ಮೇಲಿನ ಚಿತ್ರ ಸೆರೆಹಿಡಿಯುತ್ತದೆ.** Source: Lee, James Ronald. 91 Minutes of the Night Sky . 2010.Wikimedia Commons. Web. 15 Apr. 2015. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:91_minutes_of_the_night_sky.jpg.

ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿರಿ ಮುಂದುವರಿದು, ಆಕಾಶಕಾಯಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಮೂರು ವಿಧದ ಚಲನೆಗಳ ಸಂಭವನೀಯ ಕಾರಣಗಳನ್ನು ನಾವಿಲ್ಲಿ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ನೋಡೋಣ.

ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲವೂ ಸುತ್ತುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ್ದೇವೆ – ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿರುವ ಗ್ರಹಗಳು, ಸೂರ್ಯ, ಚಂದ್ರರು, ನಕ್ಷತ್ರಗಳು, ಸಕಲ ಆಕಾಶಗಂಗೆಗಳು – **ಎಲ್ಲವೂ** ಸುತ್ತುತ್ತಿವೆ.[17] ಕ್ಷೀರ ಪಥ ಆಕಾಶಗಂಗೆ ಅಥವ ಸೌರವ್ಯೂಹದಂತಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಾಯಗಳು ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿ ಶುಕ್ರ ಮತ್ತು ಯುರೇನಸ್ ಗ್ರಹವನ್ನು ಹೊರತುಪಡಿಸಿ, ಉಳಿದೆಲ್ಲಾ ಗ್ರಹಗಳು ಭೂ ಗ್ರಹವು ಸುತ್ತುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ಸುತ್ತುತ್ತಿವೆ. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಹುಟ್ಟಿನ ಮೂಲದಲ್ಲಿ ಈ ಸುತ್ತುವಿಕೆಗೆ ಕಾರಣ ಕೂಡ ಅಡಗಿದೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಬಲವಾದ ಶಕ್ತಿಯ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ, ಬಹುಶಃ ಹತ್ತಿರದ ಯಾವುದೋ ಮಹಾನವ್ಯ (Supernova)ದಿಂದ ಉಂಟಾದ ಆಘಾತ ತರಂಗ (Shockwaves)ಗಳ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಸುಮಾರು 4.5 ಬಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಆಕಾಶ ಗಂಗೆಯಲ್ಲಿ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ರಚನೆಯಾಗಿರಬೇಕು.[18] ಈ ಶಕ್ತಿಯು ಒಂದು ಬೃಹತ್ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಮೋಡವು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿ ತನ್ನ ಮೇಲೆ ತಾನೇ ಕುಸಿಯುವಂತೆ ಮಾಡಿತು. ಈ ಸೃಷ್ಟಿಯ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಈ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಚಲನೆಯ ಕಂಪನದ ಆವೇಗವು ವಿಸ್ತಾರಗೊಂಡು, ಇಡೀ ಸೌರವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಒಂದು ಪರಿಭ್ರಮಣದಲ್ಲಿ ಬಂಧಿಸಿತು. ಇದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ ಆಕಾಶಗಂಗೆಗಳು ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗಲು ಕಾರಣವಾದ ವಿದ್ಯಮಾನವು ಈ ಆಕಾಶಗಂಗೆಗಳು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿತು.

ಈಗ ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಇತರ ಗ್ರಹಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವುದೇಕೆ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಎತ್ತೋಣ. ಯಾವ ರೀತಿಯಾಗಿ ಸೇಬು ಹಣ್ಣು ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದಾಗಿ ನೆಲಕ್ಕೆ ಬೀಳುತ್ತದೆಯೋ, ಅಂತಹುದೇ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲದಿಂದಾಗಿ ಗ್ರಹಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಕಡೆಗೆ ಸೆಳೆಯಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಸೇಬು ಹಣ್ಣು ಭೂಮಿಗೆ ಬಿದ್ದಂತೆ, ಭೂಮಿಯು ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲೆ ಏಕೆ ಬೀಳುವುದಿಲ್ಲ ಏಕೆಂದರೆ, ಭೂಮಿಗೆ ಸೂರ್ಯನಿಗೆದುರಾಗಿ ಲಂಬಕೋನದಲ್ಲಿ ಪಾರ್ಶ್ವಚಲನಾ ವೇಗವಿದೆ[19]. ಭೂಮಿಯ ಈ ಪಾರ್ಶ್ವ ಚಲನೆಯು ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿ ಅದು ಸೃಷ್ಟಿಯಾದ ಆದಿಯಿಂದ ಉಳಿದುಕೊಂಡು ಬಂದದ್ದು. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸೂರ್ಯನೆಡೆಗೆ ಎಳೆದುಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಈ ಪಾರ್ಶ್ವಚಲನೆಯ ವೇಗವು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ ತಳ್ಳುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಇವೆರಡು ಶಕ್ತಿಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸಮಬಲದಲ್ಲಿ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಎಳೆಯುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಭೂಮಿಯು ಸೂರ್ಯನ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವುದೂ ಇಲ್ಲ, ಅವನಿಂದ ದೂರ ಹೋಗುವುದೂ ಇಲ್ಲ, ಬದಲಾಗಿ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುತ್ತದೆ.

ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿರುವ ಆಕಾಶಗಂಗೆಗಳು ಒಂದರಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ದೂರ ಓಡುತ್ತಿರುವುದಾದರೂ ಏಕೆ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ನಮಗಿಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ನಮಗೆ ಉತ್ತರ ಸಿಗುವುದು ಮಹಾಸ್ಫೋಟ (Big Bang)ದ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯಲ್ಲಿ.[20] ಆಕಾಶಗಂಗೆಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಕಾಲಾವಕಾಶದಲ್ಲಿ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ತಿರುಗಿಸುತ್ತಾ ಹೋದಂತೆ, ಅವುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಒಂದು ಮೂಲದಿಂದ ಹುಟ್ಟಿದಂತೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ.

> ಅತ್ಯಂತ ಸಣ್ಣ, ಅತೀ ಉಷ್ಣತೆಯ, ಅಪಾರ ಸಾಂದ್ರತೆಯ 'ಕೇಂದ್ರಬಿಂದು'ವಿನಿಂದ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡವು ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡಿತು ಎಂಬುದನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಮಹಾಸ್ಫೋಟದ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಲಾಯಿತು. ಈ ಕೇಂದ್ರ ಬಿಂದುವು ಎಲ್ಲಿದ ಬಂತು ಮತ್ತು ಹೇಗೆ ಬಂತು ಎಂಬುದು ಇನ್ನೂ ನಿಗೂಢ.

ಈ ಮಹಾಸ್ಫೋಟದ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ, ಸುಮಾರು 13.7 ಬಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ, ಈ ಕೇಂದ್ರಬಿಂದುವು ಉಬ್ಬಿಕೊಂಡು, ಹಿಗ್ಗಿಕೊಂಡು ನಂತರ ತಣ್ಣಗಾಗಿ ಈಗ ನಾವು ಇರುವ, ವಿಸ್ತಾರಗೊಳ್ಳುತ್ತಲೇ ಇರುವ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ರಚನೆಗೆ ಕಾರಣವಾಯಿತು.[21]

ಸಾರಾಂಶ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ಚಲನೆಯ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಕಾರಣ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲ. ಆದರೆ, ಅವುಗಳ ಇತರ ಕಾರಣಗಳು ನಮ್ಮ ತಿಳುವಳಿಕೆಗೆ ಇನ್ನೂ ಎಟುಕಿಲ್ಲ – ಹಾಗಾಗಿ ನಾವು ಮಹಾನವ್ಯ ಅಥವ ಮಹಾಸ್ಫೋಟದಂತಹ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳು ನಡೆದಿರಬಹುದು ಎಂದು ಊಹಿಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ಶಿಕ್ಷಕರಿಗೆ ಈ ಕಲಿಕೆಯ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಬಗ್ಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಬೆರಗನ್ನು ಮೂಡಿಸುವುದು ಉದ್ದೇಶವಾಗಬೇಕು.

## ಪರಮಾಣುಗಳು ಮತ್ತು ಅಣುಗಳು ಏಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ?

ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಥಿತಿಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳ ಚಲನೆಯು ಹೇಗೆ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಈ ಹಿಂದೆ ಚರ್ಚಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಆದರೆ ಈ ಕಣಗಳು ಚಲಿಸುವುದಾದರೂ ಏಕೆ? ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಅಚಲವಾಗಿರುವ ಯಾವುದಾದರೂ ಅಣುಗಳು ಇವೆಯೇ?

ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಉತ್ತರವನ್ನು ಊಹಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದಾದ ಒಂದು ವಿಧಾನವೆಂದರೆ, ನೀರಿನ ಭೌತಿಕ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಅವರು ಉತ್ತರ ಕೊಡುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು. ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯನ್ನು ಕರಗಿಸಿದಾಗ ಅದು ನೀರಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ನೀರನ್ನು ಇನ್ನೂ ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಅದು ಆವಿಯಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ನಮಗೆಲ್ಲ ಗೊತ್ತಿದೆ. ಆವಿಯಾದ ನೀರನ್ನು ಶೀತಲೀಕರಿಸುವ ಮೂಲಕ ಮತ್ತೆ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯಾಗಿಸಬಹುದು.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ವಸ್ತುಗಳ ಸ್ಥಿತಿಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ನೋಡುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು ಮುಂದಿನ ಹೆಜ್ಜೆ. ವಸ್ತುಗಳ ಸ್ಥಿತಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುವಾಗ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧ ಹೇಗಿರುತ್ತದೆ? ನೀರಿನ ವಿವಿಧ ಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಣಗಳು ಹೇಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಮುಂದಿಡಿ. ನೀರನ್ನು ಬಿಸಿ ಮಾಡಿದಾಗ ಕಣಗಳು ವೇಗವಾಗಿಯೂ, ಶೀತಲೀಕರಿಸಿದಾಗ ನಿಧಾನವಾಗಿಯೂ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಅವರು ಗಮನಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬೇಕು. ಒಂದು ಕಾಯದ ಚಲನೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅದು ಪಡೆದಿರುವ ಶಕ್ತಿ **ಚಲನಶಕ್ತಿ** ಎಂಬ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಪರಿಚಯಿಸಬಹುದು. ಕಾಯವು ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸಿದಷ್ಟೂ ಅದರ ಚಲನಶಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಬಿಸಿ ಮಾಡಿದಾಗ ಅದರ **ಉಷ್ಣತೆ**ಯಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೇಳಿ. ಉಷ್ಣತೆ ಅಂದರೆ ಏನು ಎಂಬುದನ್ನು ಅವರು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಲಿ. ಉಷ್ಣತೆಯು ಒಂದು ವಸ್ತು ಎಷ್ಟು ಬಿಸಿಯಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತದೆ, ನಿಜ. ಆದರೆ, ಇಲ್ಲಿ ನಾವು ನೋಡಬೇಕಾದ ಸಂಬಂಧ ಎಂದರೆ, ಉಷ್ಣತೆ ಎಂದರೆ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಕಣಗಳ ಸರಾಸರಿ ಚಲನಶಕ್ತಿಯ ಮಾಪನ. ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳು ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸಿದಷ್ಟು, ಅದರ ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ.[22]

ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳು ಬಿಸಿಮಾಡಿದಾಗ ಹೆಚ್ಚು ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ನೋಡಿದ್ದೇವೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಈ ಕಣಗಳನ್ನು ಶೀತಲೀಕರಿಸುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೇ? ಕೆಲ್ವಿನ್ ಉಷ್ಣತಾಮಾಪಕವನ್ನು ಈ ತತ್ವದ ಮೇಲೆ ರಚಿಸಲಾಗಿದೆ; −273.15°Cನಲ್ಲಿ ಅನಿಲವೊಂದರ ಸಾಂದ್ರತೆ (volume)ಯು ಸೊನ್ನೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮಂಡಿಸಿದರು. −273.15°C ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯ (absolute zero) ಅಥವ 0 Kelvin ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.[23] ವ್ಯಾಖ್ಯಾನದ ಪ್ರಕಾರ, ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯದಲ್ಲಿ ತಾಪಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಅಣುಚಲನೆ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಇಲ್ಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಆದರೆ ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲಿ ಹಲವು ಸಮಸ್ಯೆಗಳಿವೆ. ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವಂತೆ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಯಾವ ಮೂಲೆಯಲ್ಲೂ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯ ತಾಪಮಾನ ಇರುವ ಪ್ರದೇಶ ಇಲ್ಲ. ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಯತ್ನದ ನಂತರವೂ ನಮಗೆ ಸೈದ್ಧಾಂತಿಕವಾಗಿ ಒಂದು ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ.[24] ಕೊನೆಯದಾಗಿ, ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ, ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯದಲ್ಲಿ ಕಣಗಳು ಚಲಿಸುತ್ತಿವೆಯೇ ಇಲ್ಲವೇ ಎಂಬುದನ್ನು ಅಳೆಯುವುದು ಕಷ್ಟ. ಈ ತಾಪಮಾನದಲ್ಲಿ ನಾವು ಚಲನೆಯನ್ನು ಹೇಗೋ ಅಳೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾದರೂ, ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದ ಕಂಪನ ಮತ್ತು ಪರಿಭ್ರಮಣ ಇದ್ದೇ ಇರುತ್ತದೆ.[25] ಹಾಗಾಗಿ, ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಣವೂ ಚಲನಶೀಲವಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಏನು ಎಂಬುದು ನಮಗಿನ್ನೂ ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ.

## ಅಂತಿಮವಾಗಿ

ನಾವು ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಕೇಳಿದ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ಕೇಳೋಣ – ಚಲನೆ ಎಂಬುದು ಜೀವಿಗೆ ಇರುವ ಸಹಜ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣ ಮಾತ್ರವೇ? ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲವೂ ಚಲನಶೀಲವಾಗಿದೆಯಲ್ಲವೇ? ಹೀಗಿರುವಾಗ ಜೀವಿಗಳು ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಪ್ರಚೋದನೆಗೆ ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ಉದ್ದೇಶಪೂರ್ವಕ ಚಲನೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ಹೇಳುವುದು ಹೆಚ್ಚು ಸೂಕ್ತವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂತರ

ವಿದ್ಯಾವಿಷಯ ಅಧ್ಯಯನವು ಈ ರೀತಿಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಕಲಿಕೆಯನ್ನು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸುತ್ತದೆ.

ಜಗತ್ತನ್ನು ನಾವು ಒಂದು ಕೃತಕವಾದ ಕಲಿಕಾ ವಿಷಯಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಕಲಿಯುತ್ತಿರುವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅಂತರ ವಿದ್ಯಾವಿಷಯ ಪಠ್ಯಕ್ರಮವು ಅದನ್ನು ಒಟ್ಟಂದದಲ್ಲಿ ನೋಡುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳಿಂದ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ಮತ್ತು ಒಗ್ಗೂಡಿಸಿ ನೋಡುವ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉದ್ದೇಶದಿಂದ ಚಲನೆಯ ಪರಿಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಈ ಪ್ರಯತ್ನವು ವಿವಿಧ ಜ್ಞಾನಶಾಖೆಗಳಿಂದ ನಮಗೆ ದೊರೆಯುವ ಅರಿವನ್ನು ಸಮಗ್ರವಾಗಿ ಗ್ರಹಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ನಮ್ಮ ನಂಬಿಕೆ.

ವಸ್ತುಗಳು ಏಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರ ಹುಡುಕುತ್ತಿರುವಂತೆಯೇ, ನಮ್ಮ ತಲೆಯಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹಲವಾರು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಏಳುತ್ತವೆ. ನಮ್ಮ ಅಧ್ಯಯನದ ಎಲ್ಲ ಎಲ್ಲೆಗಳನ್ನು ಮೀರಿ, ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ಚಲನೆಯ ಮೂಲಕಾರಣ ನಮಗೆ ಇನ್ನೂ ನಿಗೂಢವಾಗಿಯೇ ಇದೆ. ಹೀಗಿರುವಾಗ, ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿಲ್ಲದೆ ಇರುವುದು ಇನ್ನೂ ಆಗಾಧವಾಗಿದೆ ಎಂಬ ತಿಳುವಳಿಕೆಯನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಮೂಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬೇಕು. ಆಗ ಮಾತ್ರ ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಮೀರಿ, ಹೊಸ ದಿಗಂತಗಳಾಚೆ ಹುಡುಕಾಟ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

## Reference


1. "V.S. Naipaul - Nobel Lecture: Two Worlds". Nobelprize.org. Nobel Media AB 2014. Web. 11 Apr 2015. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/literature/laureates/2001/naipaul-lecture-e.html.
2. "What Is Interdisciplinary Teaching?" Goldsmith, Arthur H., Darrick Hamilton, Karen Hornsby, and Dave Wells. Interdisciplinary Approaches to Teaching. National Science Foundation, 09 Feb. 2010. Web. 11 Apr. 2015. http://serc.carleton.edu/sp/library/interdisciplinary/what.html.
3. "Scholium to Definitions." Newton, Sir Isaac. The Mathematical Principles of Natural Philosophy. Trans. Andrew Motte. Vol. I. London: Benjamin Mott, 1729. 9. Print.
4. The Logic of Interdisciplinary Studies. Review. Mathison, Sandra, and Melissa Freeman. Centre on English Learning and Achievement, 25 Oct. 2006. Web. 11 Apr. 2015. http://www.albany.edu/cela/reports/mathisonlogic12004.pdf
5. "Himalayas on the Move." Adhya, Tiasa. Down to Earth 15 Feb. 2010: n. pag. Down To Earth. Web. 11 Apr. 2015. http://www.downtoearth.org.in/node/943.
6. "Everybody, Stand Up! The Power of Kinesthetic Teaching and Learning." Griss, Susan. Independent Teacher. National Association of Independent Schools, May 2013. Web. 11 Apr. 2015. http://www.nais.org/Magazines-Newsletters/ITMagazine/Pages/Everybody-Stand-Up.aspx.
7. "Energy Requirements for Locomotion." Alexander, R. McNeill. Principles of Animal Locomotion. Princeton, NJ: Princeton UP, 2003. 48. Print.
8. "Travelling." Attenborough, Sir David. The Private Life of Plants. BBC One. United Kingdom, 11 Jan. 1995. Television.
9. "Rapid Plant Movement." Wikipedia. Wikimedia Foundation, 17 Nov. 2014. Web. 11 Apr. 2015. https://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_plant_movement.
10. Plants-In-Motion. Hangarter, Roger P. Roger P. Hangarter and Indiana University, 27 Sept. 2011. Web. 11 Apr. 2015. http://plantsinmotion.bio.indiana.edu/.
11. The Sidereal Messenger of Galileo Galilei and a Part of the Preface to Kepler's Dioptrics Containing the Original Account of Galileo's Astronomical Discoveries. Galilei, Galileo, and Johannes Kepler. Trans. Edward Stafford Carlos. London: Rivington's, 1880. Print.
12. Of the Nature of Things. Trans. Carus, Titus Lucretius. William Ellery Leonard. New York: E. P. Dutton, 1916. Project Gutenberg. 31 July 2008. Web. 11 Apr. 2015. http://www.gutenberg.org/files/785/785-h/785-h.htm.
13. "Emergence." Wilson, Edward O.On Human Nature. Cambridge: Harvard UP, 1978. 75. Print.
14. "What Levers Does Your Body Use?" Science Learning Hub RSS. The University of Waikato, 21 June 2007. Web. 11 Apr. 2015. http://sciencelearn.org.nz/Contexts/Sporting-Edge/Looking-closer/What-levers-does-your-body-use.
15. "How Do Plants Grow toward the Light?" Wankerl, Barbara. TechnischeUniversitätMünchen, 27 May 2013. Web. 11 Apr. 2015. https://www.tum.de/en/about-tum/news/press-releases/short/article/30854/.
16. "Exactly How Does a Venus Flytrap's Leaves Close so Fast?" Rice, Barry. The Carnivorous Plant FAQ. International Carnivorous Plants Society, 13 Mar. 2011. Web. 11 Apr. 2015. http://www.sarracenia.com/faq/faq2800.html.
17. "Why Does Everything in the Universe Spin?" Dominguez, Trace. TestTube. Discovery Digital

Networks, 13 Feb. 2015. Web. 11 Apr. 2015. http://testtube.com/dnews/why-does-everything-in-the-universe-spin/.

18. "Why Does the Earth Spin?"Cain, Fraser. Universe Today. Fraser Cain, 12 Sept. 2013. Web. 11 Apr. 2015. http://www.universetoday.com/14491/why-does-the-earth-rotate/.

19. "Why Do the Planets Orbit the Sun? (Beginner)." Jordan, Cathy.Ask an Astronomer. The Curious Team, n.d. Web. 11 Apr. 2015. http://curious.astro.cornell.edu/about-us/57-our-solar-system/planets-and-dwarf-planets/orbits/243-why-do-the-planets-orbit-the-sun-beginner.

20. "Big Bang." Wikipedia. Wikimedia Foundation, 7 Apr. 2015. Web. 11 Apr. 2015. http://en.wikipedia.org/wiki/Big_Bang.

21. "Big Bang Theory - An Overview." Big Bang Theory. AllAboutScience.org, 2 Jan. 2015. Web. 11 Apr. 2015. http://www.big-bang-theory.com/.

22. "Kinetic Theory of Matter." Kurtus, Ron. School for Champions. Ron Kurtus, School for Champions LLC, 26 Nov. 2011. Web. 11 Apr. 2015. http://www.school-for-champions.com/science/matter_kinetic_theory.htm.

23. "Absolute Zero." Wikipedia Contributors. Wikipedia. Wikimedia Foundation, 5 Apr. 2015. Web. 11 Apr. 2015. http://en.wikipedia.org/wiki/Absolute_zero.

24. "Why Can't We Get to Absolute Zero?" Reid, Alastair.MrReid.org. Mr. Reid, 3 July 2014. Web. 11 Apr. 2015. http://wordpress.mrreid.org/2014/07/03/why-cant-we-get-to-absolute-zero/.

25. "Zero-point Energy." Wikipedia. Wikimedia Foundation, 10 Apr. 2015. Web. 11 Apr. 2015. http://en.wikipedia.org/wiki/Zero-point_energy.

*ಮೂಲತಃ ಪರಿಸರ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿರುವ* ***ಸ್ಮಿತಾ ಬಿ*** *ಅವರು ಶಾಲಾ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಪರಿಸರವಿಜ್ಞಾನದ ಶಿಕ್ಷಕಿಯಾಗಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಕ್ಷೇತ್ರ ಭೇಟಿಯ ಕೌಶಲಗಳನ್ನು ಕಲಿಸುವುದು ಅವರಿಗೆ ಆಸಕ್ತಿಯ ವಿಷಯ. ಪರಿಸರದ ಬಗ್ಗೆ ಅಪಾರ ಕಾಳಜಿ ಹೊಂದಿರುವ ಅವರು ಅರಣ್ಯ ರಕ್ಷಣೆಯ ಕುರಿತಂತೆ ತಮ್ಮದೇ ಒಂದು ಕಾರ್ಯಯೋಜನೆಯನ್ನು ಕೈಗೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ತಾವಿರುವ ಸಣ್ಣ ಹಳ್ಳಿಯ ಸಮುದಾಯವನ್ನು ಮೀರಿ, ವಿಸ್ತಾರವಾದ ಜಗತ್ತಿನೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುವ ಬರವಣಿಗೆಯ ನೋವುನಲಿವುಗಳನ್ನು ಅವರು ಇಷ್ಟಪಡುತ್ತಾರೆ. ಅವರ ಮಿಂಚಂಚೆ: bsmitha.work@gmail.com.* **ಅನುವಾದಕರು**: *ರೋಸಿ ಡಿಸೌಜ*